

УДК 331.452+614.845

Махінько А. О. аспірантка спец. 263 Цивільна безпека, факультет ЦІтаЕ
Науковий керівник: **Налисько М. М.**, д.т.н., проф. кафедри ОПЦТБ

*Український державний університет науки і технологій
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

ОЦІНКА ДИНАМІКИ ВПЛИВУ ВНУТРІШНЬОГО ВИБУХУ НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

У зв'язку з прийняттям в Україні змінами у нормах будівництва та реконструкції будівель всі новозведені житлові або громадські будівлі повинні мати укриття у вигляді внутрішніх приміщень подвійного призначення або окремо розташованих.

Для реалізації вимог цієї постанови проектувальникам та будівельникам необхідно розуміти граничні спроможності стійкості конкретних конструкцій будівель та споруд до впливу вибухових навантажень.

При проектуванні будівель та споруд зібрання навантажень здійснюється згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи». Вибухові навантаження в цьому нормативі віднесено до спеціальних видів та їх значення пропонується визначати галузевими рекомендаціями, а саме ДБН В.2.2-5-2023 «Захисні споруди цивільного захисту». Цей норматив визначає схеми навантаження будівельних конструкцій у разі впливу на них ударної повітряної хвилі.

Визначені в цьому документі схеми навантаження мають деякі недоліки. Вони впливають з тієї позиції, що ударна повітряна хвиля яка створює вибухове навантаження розглядається як результат підривання ядерного боезаряду, радіус сфери поширення фронту такої ударної повітряної хвилі значно перевищує розміри будь-якої споруди, тому це навантаження діє на всю конструкцію одночасно, і виходячи з цього, її розглядають як квазістатичне з використанням коефіцієнтів динамічності, які підвищують розрахункове статичне завантаження на конструкцію [1].

У сьогоденних умовах такий підхід не зовсім відповідає дійсності: по-перше, вибухи ракетних та артилерійських зарядів мають більш локальний вплив на конструкцію, по-друге (що випливає з першого), виникає нерівномірне, суто динамічне навантаження на конструкцію яке недоцільно спрощувати. Також довжина хвилі УПХ від вибуху конденсованої вибухової речовини така, що створює динамічне навантаження, час дії якого, як правило пропорційне частоті основного тону власних коливань конструкцій ω , що визначається рухом конструкції в стадії пружних деформацій. Таким чином, динаміка впливу може визначатись як і резонансними ефектами коливання конструкції так і за рахунок пересування фронту УПХ по поверхні конструкції.

У сучасних методах розрахунку будівельних конструкцій на міцність та стійкість, для визначення вихідних даних потрібно знати динаміку зміни навантаження у системі «час-координата», що задається табличними значеннями

або у вигляді навантажувальної кривої $P = f(t)$. Такий режим розрахунку можна було б використовувати, наприклад, у комплексі ЛІРА-САПР (рис.1).

Але існуючі методики інженерного розрахунку дозволяють вирішити тільки стаціонарну задачу – визначати просторове поле навантажень від дії вибуху (1).

$$\Delta P_{\phi} = 106 \frac{\sqrt[3]{Q_{\text{еф}}}}{R} + 430 \left(\frac{\sqrt[3]{Q_{\text{еф}}}}{R} \right)^2 + 1400 \left(\frac{\sqrt[3]{Q_{\text{еф}}}}{R} \right)^3 \quad (1)$$

Для визначення динаміки вибухового навантаження поставлено завдання розробити методику визначення просторово-часової залежності зміни надлишкового тиску у площині будівельної конструкції у момент дії на неї УПХ.

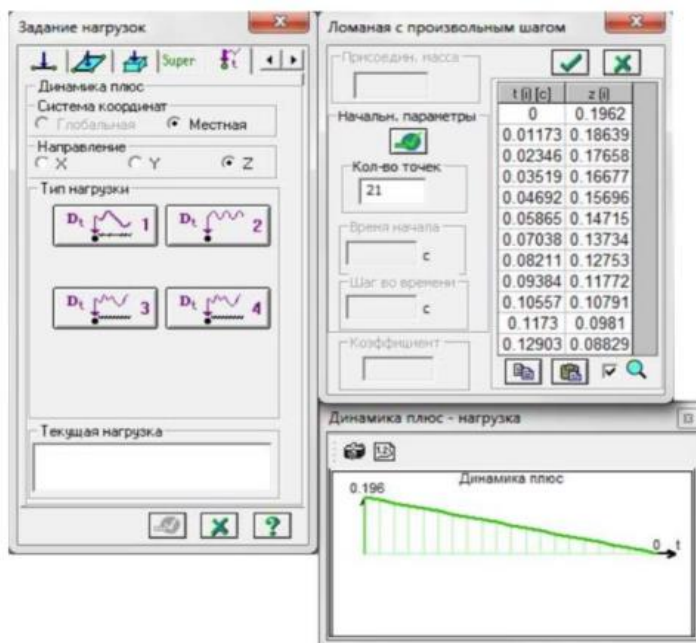


Рис. 1 – Вікно ЛІРА-САПР, динаміка вибухового навантаження у системі «час-тиск»

Задача прогнозування динаміки вибухового навантаження на будівельну конструкцію (наприклад, перекриття заглибленого укриття) вирішено шляхом сумісного рішення рівняння просторового розподілу надлишкового тиску у фронті УПХ (1) та залежності часу дії УПХ від швидкості просування її фронту, яку можна виразити рівнянням (2).

$$dt = \frac{l}{v} dv; \quad (2) \quad t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{l}{v} dv. \quad (3)$$

Оскільки швидкість УПХ постійно змінюється, рівняння (2) має диференціальний вигляд, а його рішення (3) встановлено на тому припущенні, що одночасна дія УПХ на поверхні будівельної конструкції відбувається на площі яка обмежена довжиною фронту ударної хвилі. На підставі цього розроблена графо-аналітична методика визначення просторово-часової залежності зміни надлишкового тиску у площині будівельної конструкції у момент дії на неї УПХ.

Ця залежність встановлюється у вигляді таблиці або графіка який є навантажувальною кривою (наприклад, табл. 1).

Таблиця 1. Координатно-часова динаміка вибухового навантаження перекриття ΔP_{ϕ} , кПа, при поширенні УПХ від заряду 6,6 кг на відстані 5 м

$m \backslash ms$	<u>5</u>	<u>11</u>	<u>18</u>	<u>25</u>	<u>32</u>	<u>39</u>	<u>46</u>	<u>53</u>	<u>60</u>	<u>67</u>	<u>74</u>	<u>81</u>	<u>88</u>	<u>95</u>
3	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ромашкіна М.А., Чисельне дослідження напружено-деформованого стану цегляного житлового будинку при запроектних впливах. Будівництво, матеріалознавство, машинобудування. Збірник наукових праць. 81 (2018) 168-176.

2. Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г., Аналіз досліджень із підвищення стійкості до вибухів залізобетонних плит. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Збірник наукових праць. 17 (2022) 68-77. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7\(17\)-09](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7(17)-09).

3. Nalisko M., Sobolev V., Rudakov D., Bilan N. Assessing safety conditions in underground excavations after a methane-air mixture explosion. *E3S Web of Conferences* 123, 01008 (2019) «Ukrainian School of Mining Engineering – 2019». <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301008>